

Attorney Docket No. 01127/LH



#16

**IN THE UNITED STATES PATENT
AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): T. ANDO, ET AL

Serial No. : 09/803,448

Filed : March 9, 2001

For : SCANNING UNIT AND SCANNING
MICROSCOPE HAVING THE SAME

Art Unit :
Examiner :

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT(S)

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

S I R :

Enclosed are:

Certified copy(ies); priority is claimed under 35 USC

119:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filing Date:</u>
JAPAN	2000-071128	March 14, 2000
JAPAN	2001-034391	February 9, 2001

Respectfully submitted,

Leonard Holtz, Esq.
Reg. No. 22,974

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class mail in an envelope addressed to: Assistant Commissioner for Patents Washington, D.C. 20231 on the date noted below.

Attorney: Leonard Holtz

Dated: August 10, 2001

In the event that this Paper is late filed, and the necessary petition for extension of time is not filed concurrently herewith, please consider this as a Petition for the requisite extension of time, and to the extent not tendered by check attached hereto, authorization to charge the extension fee, or any other fee required in connection with this Paper, to Account No. 06-1378.

Frishauf, Holtz, Goodman, Langer & Chick, P.C.
767 Third Avenue - 25th Floor
New York, New York 10017-2023
Tel. No. (212) 319-4900
Fax No. (212) 319-5101
LH:sp



日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

09/803 448

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2000年 3月14日

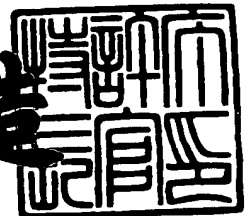
出願番号
Application Number: 特願2000-071128

出願人
Applicant(s): オリンパス光学工業株式会社
安藤 敏夫

2001年 3月23日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3023371

【書類名】 特許願

【整理番号】 A000001576

【提出日】 平成12年 3月14日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 21/26

【発明の名称】 走査機構およびこれを用いた機械走査型顕微鏡

【請求項の数】 3

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス光学工業株式会社内

 【氏名】 戸田 明敏

【発明者】

 【住所又は居所】 石川県金沢市角間町（番地なし） 金沢大学内

 【氏名】 安藤 敏夫

【特許出願人】

 【識別番号】 000000376

 【氏名又は名称】 オリンパス光学工業株式会社

【特許出願人】

 【住所又は居所】 石川県金沢市角間町（番地なし） 金沢大学内

 【氏名又は名称】 安藤 敏夫

【代理人】

 【識別番号】 100058479

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鈴江 武彦

 【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

 【識別番号】 100084618

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100100952

【弁理士】

【氏名又は名称】 風間 鉄也

【選任した代理人】

【識別番号】 100097559

【弁理士】

【氏名又は名称】 水野 浩司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9602409

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 走査機構およびこれを用いた機械走査型顕微鏡

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 走査のために移動対象物を移動させるための駆動部と、これをその中央付近で保持する保持部とを有している走査機構。

【請求項 2】 走査のために移動対象物を第一の方向に移動させるための第一の駆動部と、第一の駆動部をその中央付近で保持する保持部と、移動対象物を第一の方向とは異なる少なくとも第二の方向に移動させる少なくとも第二の駆動部とを有しており、第一の駆動部による第一の方向に関する走査は、他の方向に関する走査よりも高い走査周波数を有している、走査機構。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載の走査機構を含む機械走査型顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、走査機構およびそれを組み込んだ装置に関する。本発明の走査機構は、例えば、走査型顕微鏡の走査機構や、走査型顕微鏡の技術を応用した試料の観察、加工、情報の記録などを行う装置に用いられる。

【0002】

【従来の技術】

被移動物を X Y Z 方向に直線的に動かし並進移動させたり、それぞれの軸に対して回転移動させたりするステージ機構は、機械機構の最も基本的な要素の一つである。またモータなどの駆動機構を使いステージ移動を電気信号などの制御信号に応じて移動制御できる自動ステージはあらゆる場面で使われている。このようなステージ機構におけるステージ(可動ステージ)はステージを固定するステージ機構の支持部に保持されるので、ステージは被移動物の支持部に対する位置関係を変化させる機構であると言える。

【0003】

被移動物をくり返し往復させるもしくは回転半回転動作をさせる機械的動作を

に伴い、比較的短い時間内にその動作をさせることが可能な機械機構の場合、その機械機構は走査機構とも呼ばれる。(以下、断りの無い限りこのような機械的な走査機構を単に走査機構と呼ぶ。)

例えば走査型顕微鏡などには、そのような走査機構が搭載されている。そのような走査機構が搭載された走査型顕微鏡装置として、走査型プローブ顕微鏡やレーザ走査型顕微鏡、さらには電子ビームを固定したまま試料を走査して画像を得るタイプの電子走査型顕微鏡が例としてあげられる。

【0004】

走査型プローブ顕微鏡(SPM)は、機械的探針を機械的に走査して試料表面の情報を得る走査型顕微鏡であり、走査型トンネリング顕微鏡(STM)、原子間力顕微鏡(AFM)、走査型磁気力顕微鏡(MFM)、走査型電気容量顕微鏡(SCAM)、走査型近接場光顕微鏡(SNOM)、走査型熱顕微鏡(SThM)などを含む。最近では試料表面にダイヤモンド製の探針を押しつけて圧痕をつけ、その圧痕のつき具合を解析して試料の固さなどを調べるナノインデンタ等もこのSPMの一つと位置づけられており、前述の各種の顕微鏡と共に広く普及している。

【0005】

走査型プローブ顕微鏡は、機械的探針と試料とを相対的にXY方向にラスタ走査し所望の試料領域の表面情報を機械的探針を介して得て、モニターTV上にマッピング表示することができる。また、SNOMなどは機械的探針先端から発せられる光を被加工物に作用して微細加工を行ったり、光による情報記録を行ったりすることができる。さらには、ナノインデンタによれば試料表面に凹凸を形成し、やはり微細加工を行ったり、情報記録を行ったりすることができる。

【0006】

このような走査型プローブ顕微鏡においては、XY走査の間、Z方向についても試料と探針との相互作用が一定になるようフィードバック制御してZ方向の移動を担う走査機構を動かしている。このZ方向の動きは規則的な動きをするXY方向の動きとは異なり、試料の表面形状や表面状態を反映するため不規則な動きとなるが、一般にZ方向の走査動作とされている。そしてこのZ方向の走査はXYZ各方向のなかでは最も高い周波数での動きとなる。走査型プローブ顕微鏡の

X方向の走査周波数は0.05から200Hz程度であり、Y方向の走査周波数は、X方向走査周波数のY方向走査ライン数分の1程度であって、Y方向走査ライン数は10から1000ラインである。またZ方向の走査周波数はX走査方向周波数に対し、X方向走査1ラインあたりの画素数倍からその100倍程度である。

【0007】

例えば、X方向100画素Y方向100画素の画像を1秒で取り込むとき、X方向の走査周波数は100Hz、Y方向の走査周波数は1Hz、Z方向の走査周波数は10kHz以上となる。なお、この例の走査周波数は走査型プローブ顕微鏡としては今のところ最も高い走査周波数にあたり、通常はX方向走査周波数は数Hz程度に留まっている。例のような高い走査周波数を実現するには、その走査機構は、外部からの振動に対し安定であるのはもちろん、内部の走査動作にともない自分自身で発生する振動が小さく抑えられていることが求められる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

走査機構のステージを動かすとステージを支持する走査機構の支持部にはその反作用力が作用し振動として支持部に伝わる。支持部に伝わった振動は、支持部を揺らしたり、その揺れが再度ステージに作用してステージを揺らしたりするので、高精度で位置制御することを求められるステージでは、この振動を抑えることが必要である。振動の発生を抑えるため、ステージを移動させる際のステージの加速度が小さくなるように、ステージをゆっくり移動させることは一つの有効な方法である。しかし、短い時間内に所望の位置に移動させる必要がある場合、求められる移動速度性能を発揮するには、ゆっくり移動させる方法は採用できない。このような場合は振動を抑えるための別の工夫が必要となる。短い時間内に所望の位置に移動させる必要がある場合とは、走査型プローブ顕微鏡の場合を例に取れば、一つには高速走査し短時間に画像を取り込む場合である。また、試料の凹凸が大きく、Z方向の移動を短時間に行わなければならない場合である。

【0009】

本発明の目的は、振動の発生が抑えられた、これにより安定した高精度な位置

制御を可能とする走査機構を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明による走査機構は、走査のために移動対象物を移動させるための駆動部と、これをその中央付近で保持する保持部とを有している。

【0011】

本発明による別の走査機構は、走査のために移動対象物を第一の方向に移動させるための第一の駆動部と、第一の駆動部をその中央付近で保持する保持部と、移動対象物を第一の方向とは異なる少なくとも第二の方向に移動させる少なくとも第二の駆動部とを有しており、第一の駆動部による第一の方向に関する走査は、他の方向に関する走査よりも高い走査周波数を有している。

【0012】

本発明は、別の一面においては、上記の走査機構を含む機械走査型顕微鏡である。

【0013】

【発明の実施の形態】

(第1の実施の形態)

本発明の第1の実施の形態の走査機構を備える機械走査型顕微鏡すなわち走査型プローブ顕微鏡を図1に示す。

【0014】

図1において、走査型プローブ顕微鏡100は、大まかに走査型プローブ顕微鏡機能の部分と光学顕微鏡機能の部分とからなる。

【0015】

走査型プローブ顕微鏡機能の部分は、筐体101、光センサーユニット102、センサーユニット用Zステージ103、スライドガラス104、スライドガラス保持部105、カンチレバーチップ106、走査機構保持台107、走査機構200、アクチュエータ駆動回路112、走査制御回路113、フィードバック回路114、AC/DC変換回路115、発振回路116、プリアンプ回路117、半導体レーザ駆動回路118、コンピュータ119、モニターTV120を

有している。

【0016】

また光学顕微鏡機能の部分は、光源ランプ139レンズ138を含む顕微鏡観察照明光学系110、接眼レンズ140を含む顕微鏡観察観察光学系111、ハーフプリズム137、顕微鏡照明ランプ電源121、更に走査型プローブ顕微鏡機能の部分と共用する光センサーユニット102の対物レンズ122を有している。

【0017】

走査型プローブ顕微鏡機能の部分について説明を加える。走査機構保持台107は、手動で微小送りができる三本のマイクロメータヘッド135(図1には二本のみが描かれている)により、筐体101上に三点支持されている。また、走査機構200は、走査機構保持台107に支持されており、試料109は、図中下向きに、すなわちカンチレバーチップ106側と対向するように、走査機構200に取り付けられる。走査機構200は、試料109をX、Y、Z方向に微動走査させる。この走査機構200の詳細については後で詳しく説明する。走査機構200は、X、Y、Z方向の各々に関してカンチレバーチップ106の探針132と試料109との位置の粗調整を行う調整機構を備えていてもよい。

【0018】

光センサーユニット102は、カンチレバーチップ106のカンチレバー131の動きを測定する、光てこ方式の光センサーである。光センサーユニット102は、対物レンズ122、対物レンズ支持台123、プリズム124、偏光ビームスプリッター125、コリメートレンズ126、半導体レーザ127、レーザ位置調整ステージ128、二分割フォトダイオード129、フォトダイオード位置調整ステージ130を有している。

【0019】

半導体レーザ127から発せられた光は、コリメートレンズ126で平行光とされた後、偏光ビームスプリッター125で反射された後、プリズム124で更に反射され、対物レンズ122に入る。平行光は、対物レンズ122で集光され、カンチレバーチップ106のカンチレバー131の背面に集光される。カンチ

レバー 131 の背面で反射された光は、逆の道をたどり、偏光ビームスプリッター 125 を通過し、更に直進して二分割フォトダイオード 129 に至る。カンチレバー 131 の角度変位は、二分割フォトダイオード 129 上の光スポットの動きに反映され、電気信号として出力される。

【0020】

光センサーユニット 102 の対物レンズ 122 は、顕微鏡観察照明光学系 110、顕微鏡観察観察光学系 111 とともに、光学顕微鏡観察光学系を構成し、試料 109 の光学顕微鏡観察を可能にする。対物レンズ 122 は、光学顕微鏡用の対物レンズであり、例えば 20 倍の倍率を有する。

【0021】

センサーユニット用 Z ステージ 103 は、対物レンズ 122 を含む光センサーユニット 102 の位置を粗動調整するためのステージであって、光センサーユニット 102 に含まれる対物レンズ 122 を上下させ、光センサーの焦点合わせや顕微鏡観察の焦点合わせを行う。

【0022】

スライドガラス保持部 105 は、スライドガラス 104 を保持する。スライドガラス保持部 105 には、カンチレバーチップ 106 の取り付け部から離れたところに、カンチレバー 131 を励振させるための励振用圧電体 133 が固定されている。この励振用圧電体 133 にはカンチレバー 131 の共振周波数近傍の交流電圧が印加され、この電圧印加に応じて励振用圧電体 133 は振動し、その振動はカンチレバーチップ 106 に伝わりカンチレバー 131 を振動させる。

【0023】

このようにカンチレバー 131 を振動させる測定では、光センサーユニット 102 から出力されるカンチレバーの変位信号は交流的になる。AC/DC 変換回路 115 は、これを直流信号に変換する。カンチレバー 131 を振動させない測定では、この回路はバイパスされ動作されなくてもよい。

【0024】

また、図 1 には、液体中での観察の様子が描かれており、走査機構 200 の試料 109 の付近からカンチレバーチップ 106 が固定されたスライドガラス 10

4の近傍に、水134が垂らされており、試料109とカンチレバーチップ106は共に水中に位置している。大気中での測定を行う場合には、この水134は不要である。

【0025】

図1に示されるように、走査型プローブ顕微鏡100は、装置を制御/駆動する電気回路などを含んでいる。これらの回路動作は、従来より提案されている走査型プローブ顕微鏡の回路動作と同様である。

【0026】

走査制御回路113には、コンピュータ119から、XYZ走査の制御信号が与えられる。図1に、Zで記される信号は、走査機構200のZ方向走査用のアクチュエータとカンチレバーチップ106の探針132との距離を調整するための信号である。このZの信号は主に測定前のフォースカーブ測定するときなど測定条件設定時にコンピュータから出力される。またコンピュータ119は発振回路116を制御して、励振用圧電体133を動作させ、カンチレバー131をその共振周波数付近で振動させる。

【0027】

測定に入ると、コンピュータ119から出力されるラスター走査制御信号(図にX, Yで記される)に基づいて、走査機構200のアクチュエータがXY方向に走査される。カンチレバー131の先端にある探針132と試料109の表面との相互作用に基づくカンチレバー131の変位は光センサーユニット102で検出され、光センサーユニット102はその変位信号を出力する。光センサーユニット102からの変位信号出力は、プリアンプ回路117で増幅され、AC/DC変換回路115に入力される。AC/DC変換回路115は、発振回路116からの参照信号の周波数成分の信号を抽出し、交流信号を直流信号に変換する。

【0028】

フィードバック回路114は、コンピュータ119から指示されたセッティング信号とAC/DC変換回路115からの入力信号とを比較し、走査制御回路113にZ方向フィードバック信号Zfbを送る。このZ方向フィードバック信号

ZfbがZ方向アクチュエータの走査制御信号となる。走査制御回路113は、Z方向フィードバック信号Zfbに基づいてアクチュエータ駆動回路112を制御し、走査機構200のZ方向走査用のアクチュエータを駆動する。コンピュータ119は、自分自身が発生するXYの走査制御信号とフィードバック回路114からの信号を元に、試料の表面情報を三次元情報として処理し、モニターTV120に表示させる。

【0029】

本実施の形態の走査機構200について、図2を参照しながら、詳しく説明する。図2に示されるように、走査機構200は、走査機構保持台201と、これに固定されたアクチュエータ台座202、203と、アクチュエータ台座202、203に取り付けられたアクチュエータ204、205、206とを有している。

【0030】

アクチュエータ204は、例えばX方向に伸縮可能であり、これはアクチュエータ保持部207を介してアクチュエータ台座202に実質的に保持されている。同様に、アクチュエータ205は、例えばY方向に伸縮可能であり、これはアクチュエータ保持部208を介してアクチュエータ台座203に実質的に保持されている。アクチュエータ206は、Z方向に伸縮可能であり、これはアクチュエータ保持部209と210を介してアクチュエータ台座202と203に実質的に保持されている。

【0031】

アクチュエータ204、205、206は、例えば、積層型圧電体であり、圧電体は、例えば、長さが10mmで断面が5mm×3mmであり、100Vの電圧印加に対して3 μ m伸び縮みする。アクチュエータ204、205、206は、それぞれ、そこから延びる二本の線を介しての駆動電圧の印加に応じて、X、Y、Z方向に伸縮する。

【0032】

アクチュエータ保持部207は、アクチュエータ204の中央付近あるいは重心付近を保持している。アクチュエータ保持部208は、アクチュエータ205

の中央付近あるいは重心付近を保持している。アクチュエータ保持部 2 0 9 と 2 1 0 は、アクチュエータ 2 0 6 の中央付近あるいは重心付近を保持している。

【 0 0 3 3 】

アクチュエータ 2 0 6 は、その端部に、移動対象物たとえば試料を保持するための試料保持部 2 1 1 を備えている。試料保持部 2 1 1 は、この端面に試料台ガラスが取り付けられる。

【 0 0 3 4 】

X 方向に伸縮可能なアクチュエータ 2 0 4 は、Z 方向に伸縮可能なアクチュエータ 2 0 6 に面する端面に微小球 2 1 2 を備えており、この微小球 2 1 2 が、アクチュエータ 2 0 6 の X 方向を横切る一方の端部側面に当て付けられている。同様に、Y 方向に伸縮可能なアクチュエータ 2 0 5 は、アクチュエータ 2 0 6 に面する端面に微小球 2 1 3 を備えており、この微小球 2 1 3 が、アクチュエータ 2 0 6 の Y 方向を横切る一方の端部側面に当て付けられている。

【 0 0 3 5 】

このように、アクチュエータの端面が微小球を介して移動対象物に当て付けられている走査機構は、伸縮しないアクチュエータに設けられた微小球は移動対象物に対して案内として働き、伸縮する別のアクチュエータによる移動対象物の移動を妨げないため、動作特性の線形性が高いという利点を有している。このような走査機構は、例えば、特開平 9 - 8 9 9 1 0 号に開示されており、その内容は参照によって本明細書に組み込まれるものとする。

【 0 0 3 6 】

次に、図 2 に示される走査機構 2 0 0 の Z 方向の動作について、これを模式的に示している図 3 (a) を参照して説明する。図 3 (a) には、続く説明に必要な部材のみが示されている。

【 0 0 3 7 】

図 3 (a) において、アクチュエータ 2 0 6 は積層型圧電体であり、その中央付近が、接着効果を持つシリコンゴム製のアクチュエータ保持部 2 1 0 によって、走査機構保持台 2 0 1 に設けられたアクチュエータ台座 2 0 3 に固定されている。積層型圧電体 2 0 6 は、電圧の印加に応じて、アクチュエータ保持部 2 1 0 に

固定された中央付近を基準にして、その両側の部分が、矢印で示されるように、両方向に伸縮する。

【 0 0 3 8 】

一般に、アクチュエータの動作は、これを保持するアクチュエータ保持部に振動やアクチュエータの動作の反作用による衝撃を与える。このような振動や衝撃は、走査機構を揺らす原因となる。高速での走査や高い周波数での走査では、走査機構の振動は極力抑えられることが望まれる。

【 0 0 3 9 】

本実施の形態では、アクチュエータ 2 0 6 の中央付近が保持されているので、図中に×印で示されるアクチュエータ 2 0 6 とアクチュエータ保持部 2 1 0 の界面においては、衝撃がバランスし、アクチュエータ台座 2 0 3 や走査機構保持台 2 0 1 に伝わる振動が抑えられる。これは、後述する図 7 と図 8 と図 9 の比較例と比べることでより良く理解されよう。

【 0 0 4 0 】

以上は、Z 方向走査用のアクチュエータ 2 0 6 に関する振動発生抑制の説明であるが、X 方向走査用のアクチュエータ 2 0 4 と Y 方向走査用のアクチュエータ 2 0 5 についても同様に振動の発生が抑制される。

【 0 0 4 1 】

従来、このような積層型圧電体等のアクチュエータは、走査範囲を広く取るため、つまり長いストロークを得るため、通常は一方の端部が保持される。このため、アクチュエータの動作の反作用が保持部に掛かり、これが走査機構を揺らせてしまっている。

【 0 0 4 2 】

これに対して、本実施の形態のようにアクチュエータの中央付近が保持された走査機構では、運動系の重心付近が保持されるため、保持位置でのぶれが抑えられる。その結果、この走査機構は、振動が少なく、高速走査に対しても安定に動作する。

【 0 0 4 3 】

図 1 で示した走査型プローブ顕微鏡では、X 方向に 1 0 0 画素/ライン、Y 方

向に100ライン(10000画素/画面)でのデータの取り込みにおいて、 $0.5\mu\text{m} \times 0.5\mu\text{m}$ の試料表面の観察範囲を、0.5秒/画面という画像取り込み速度で、液体中の試料(150nm径のラテックス球)の測定が行えた。0.5秒/画面という画像取り込み速度の値は、走査型プローブ顕微鏡においては、極めて短時間である。なお、この測定には、液体中での共振周波数が395kHzの、長さ $9\mu\text{m} \times$ 幅 $2\mu\text{m} \times$ 厚さ $0.09\mu\text{m}$ の窒化シリコン製のカンチレバーを用いた。

【0044】

また、本実施の形態の走査機構は、アクチュエータ206に、市販のアクチュエータを、加工することなく、そのまま使えるので、コストを安く抑えることができるという利点も有している。

【0045】

(第2の実施の形態)

本発明の第2の実施の形態について図3(b)を参照して説明する。図3(b)は、図3(a)に相当する図面であり、続く説明に必要な部材のみが示されている。また、これらの図面中、同じ参照符号で示される部材は同等の部材を示している。

【0046】

本実施の形態の走査機構では、Z方向走査用のアクチュエータ305は、例えばアルミニウムのブロックからなるアクチュエータ連結部308と、これに連結された二本の積層型圧電体306、307とを有している。二本の積層型圧電体306、307は、一般に広く市販されているものであり、これらは、アクチュエータ連結部308を間に挟んで直線的に延びるように、接着剤によってアクチュエータ連結部308に固定されている。また、積層型圧電体306の自由端には、試料保持部材211が取り付けられている。

【0047】

図3(a)との類似性から理解されるように、本実施の形態の走査機構も、アクチュエータ305の中央付近が保持されているため、振動が少なく、高速走査に対しても安定に動作する。

【 0 0 4 8 】

さらに、本実施の形態の走査機構では、二本の積層型圧電体 3 0 6, 3 0 7 の間に挟まれたアクチュエータ連結部 3 0 8 が、例えばシリコンゴムからなるアクチュエータ保持部 2 1 0 によって保持される。このため、本実施の形態の走査機構は、第 1 の実施の形態の走査機構に比べて、アクチュエータ 3 0 5 の取り付けの際のシリコンゴムの盛りつけ量などにばらつきに対しても、走査機構の個体差(性能差)が出にくいという利点を有している。

【 0 0 4 9 】

(第 3 の実施の形態)

本発明の第 3 の実施の形態について図 4 を参照して説明する。本実施の形態の走査機構は、図 4 に示されるように、走査機構保持台 4 0 1 と、これに固定された L 字形状のアクチュエータ台座 4 0 2 と、このアクチュエータ台座 4 0 2 に取り付けられた二本のアクチュエータ 4 0 3, 4 0 4 と、これらの二本のアクチュエータ 4 0 3, 4 0 4 によって保持されたアクチュエータ 4 0 5 とを有している。

【 0 0 5 0 】

アクチュエータ 4 0 3, 4 0 4, 4 0 5 は、例えば積層型圧電体であり、それぞれ、X 方向, Y 方向, Z 方向に伸縮し得る。X 方向走査用のアクチュエータ 4 0 3 と Y 方向走査用のアクチュエータ 4 0 4 は、それぞれ、一方の端部がアクチュエータ台座 4 0 2 に固定されている。Z 方向走査用のアクチュエータ 4 0 5 は、一番速い走査速度が要求され、その中央付近が、X 方向走査用のアクチュエータ 4 0 3 と Y 方向走査用のアクチュエータ 4 0 4 の他方の端部に接着により固定されている。

【 0 0 5 1 】

速い走査速度が要求される Z 方向走査用のアクチュエーターすなわち積層型圧電体 4 0 5 は、電圧の印加に応じて、X 方向走査用のアクチュエータ 4 0 3 と Y 方向走査用のアクチュエータ 4 0 4 に固定された中央付近を基準にして、その両側の部分が、矢印で示されるように、両方向に対称的に伸縮する。このため、積層型圧電体 4 0 5 の伸縮動作により発生する衝撃が抑えられる。従って、本実施

の形態の走査機構は、振動が少なく、高速走査に対しても安定に動作する。

【 0 0 5 2 】

また、本実施形態の走査機構は、第 1 の実施の形態の走査機構に比べて、以下に述べる利点を有している。第 1 の実施の形態の走査機構では、X、Y 方向走査用のアクチュエータが微小ボールを介して Z 方向走査用のアクチュエータに当て付けられているため、長時間の使用の間に、与圧不足となって、X、Y 方向の走査が不安定になることもある。これに対して、本実施の形態の走査機構では、Z 方向走査用のアクチュエータ 4 0 5 は接着によって X、Y 方向走査用のアクチュエータ 4 0 3、4 0 4 に固定されているので、X、Y 方向の走査が不安定になり難い。

【 0 0 5 3 】

(第 4 の実施の形態)

本発明の第 4 の実施の形態について図 5 を参照して説明する。本実施の形態の走査機構は、図 5 に示されるように、走査機構保持台 5 0 1 と、これに固定された円筒型のアクチュエータ 5 0 2 と、このアクチュエータ 5 0 2 の自由端に固定された別の円筒型のアクチュエータ 5 0 3 とを有している。

【 0 0 5 4 】

円筒型のアクチュエータ 5 0 2 は、例えば円筒型圧電体であり、このような円筒型圧電体は市販されている走査型プローブ顕微鏡においてよく用いられている。円筒型圧電体 5 0 2 は、その外周面に設けられた四つの分割電極 5 0 4 と、内周面に設けられた対向電極とを有しており、これらの電極間に適宜電圧を印加することにより、その自由端を X 方向と Y 方向に走査し得る。

【 0 0 5 5 】

円筒型のアクチュエータ 5 0 3 もまた、例えば円筒型圧電体であり、これは円筒型圧電体 5 0 2 より小型であり、円筒型圧電体 5 0 2 よりも高い共振周波数を有している。円筒型圧電体 5 0 3 は、その外周面に設けられた一つの電極と、内周面に設けられた一つの電極とを有しており、両電極間に適宜電圧を印加することにより、その自由端を Z 方向に走査し得る。

【 0 0 5 6 】

円筒型圧電体 5 0 3 は、その中央付近が円筒型圧電体 5 0 2 の自由端に固定されている。このため、円筒型圧電体 5 0 3 は、その電極間の電圧印加に応じて、円筒型圧電体 5 0 2 に固定された中央付近を基準にして、その両側の部分が、矢印で示されるように、両方向に対称的に伸縮する。このため、高速の Z 方向の走査を担う円筒型圧電体 5 0 3 の伸縮動作により発生する衝撃が抑えられる。従って、本実施の形態の走査機構は、振動が少なく、高速走査に対しても安定に動作する。

【 0 0 5 7 】

(第 5 の実施の形態)

本発明の第 5 の実施の形態について図 6 を参照して説明する。本実施の形態の走査機構は、図 6 に示されるように、X Y 方向走査のための平行ばねステージ構造の X Y ステージと、これに取り付けられた Z 方向走査のためのアクチュエータ 6 0 6 を有している。平行ばねステージ構造の X Y ステージは、特開平 1 1 - 1 2 6 1 1 0 号に開示されており、その内容は参照によって本明細書に組み込まれるものとする。

【 0 0 5 8 】

X Y ステージは、固定テーブル 6 0 1 と可動テーブル 6 0 7 を有しており、可動テーブル 6 0 7 の Y 方向の両側に設けられた一对の弾性部材 6 0 8, 6 0 9 と、可動テーブル 6 0 7 の X 方向の両側に設けられた一对の弾性部材 6 1 0, 6 1 1 と、可動テーブル 6 0 7 を X 方向に移動させるための変位を発生する一对の X 方向用アクチュエータ 6 0 2, 6 0 3 と、可動テーブル 6 0 7 を Y 方向に移動させるための変位を発生する一对の Y 方向用アクチュエータ 6 0 4, 6 0 5 とを有している。

【 0 0 5 9 】

弾性部材 6 0 8, 6 0 9 は、例えば、X 方向に延びるスリットを持つ X 方向に長い矩形ばねであり、それぞれ、X 方向に関して比較的高い剛性を有し、反対に、Y 方向に関して比較的低い剛性を有している。弾性部材 6 1 0, 6 1 1 は、例えば、Y 方向に延びるスリットを持つ Y 方向に長い矩形ばねであり、それぞれ、Y 方向に関して比較的高い剛性を有し、反対に、X 方向に関して比較的低い剛性

を有している。

【 0 0 6 0 】

高速走査が要求される Z 方向走査を担うアクチュエータ 6 0 6 は、例えば積層型圧電体であり、これはその中央付近が可動テーブル 6 0 7 に例えば接着により固定されている。Z 方向走査用の積層型圧電体 6 0 6 は、電圧の印加に応じて、可動テーブル 6 0 7 に固定された中央付近を基準にして、その両側の部分が、矢印で示されるように、両方向に対称的に伸縮する。このため、積層型圧電体 6 0 6 の伸縮動作により発生する衝撃が抑えられる。従って、本実施の形態の走査機構は、振動が少なく、高速走査に対しても安定に動作する。

【 0 0 6 1 】

以下、本発明の走査機構の利点の理解を助けるための比較例について説明する。以下に述べる比較例はいずれも従来例に従う走査機構である。

【 0 0 6 2 】

(第 1 の比較例)

第 1 の比較例について図 7 を参照して説明する。本比較例の走査機構は、図 7 に示されるように、走査機構保持台 7 0 1 と、これに固定された L 字形状のアクチュエータ台座 7 0 2 と、このアクチュエータ台座 7 0 2 に取り付けられた二本のアクチュエータ 7 0 3, 7 0 4 と、これらの二本のアクチュエータ 7 0 3, 7 0 4 によって保持されたアクチュエータ 7 0 5 とを有している。

【 0 0 6 3 】

アクチュエータ 7 0 3, 7 0 4, 7 0 5 は、例えば積層型圧電体であり、それぞれ、X 方向、Y 方向、Z 方向に伸縮し得る。X 方向走査用の積層型圧電体 7 0 3 と Y 方向走査用の積層型圧電体 7 0 4 は、それぞれ、一方の端部がアクチュエータ台座 7 0 2 に固定されている。Z 方向走査用の積層型圧電体 7 0 5 は、長いストロークすなわち走査範囲を得るために、一方の端部が、X 方向走査用の積層型圧電体 7 0 3 と Y 方向走査用の積層型圧電体 7 0 4 の他方の端部に接着により固定されている。

【 0 0 6 4 】

この走査機構では、Z 方向走査用の積層型圧電体 7 0 5 の伸縮動作は、X, Y

方向走査用の積層型圧電体 7 0 3, 7 0 4 にモーメントを発生させる。これは振動を発生させ、発生した振動はアクチュエータ台座 7 0 2 や走査機構保持台 7 0 1 に伝わり、走査機構を揺らす。

【 0 0 6 5 】

上述した実施形態の走査機構はいずれも、この比較例の走査機構に比べて、振動ノイズが低減されている。

【 0 0 6 6 】

(第 2 の比較例)

第 2 の比較例について図 8 を参照して説明する。本比較例の走査機構は、図 8 に示されるように、走査機構保持台 8 0 1 と、これに固定された L 字形状のアクチュエータ台座 8 0 2 と、このアクチュエータ台座 8 0 2 に固定された X 走査用のアクチュエータ 8 0 3 と、X 走査用のアクチュエータ 8 0 3 の自由端部に固定された Y 走査用のアクチュエータ 8 0 4 と、Y 走査用のアクチュエータ 8 0 4 の自由端部に固定された Z 走査用のアクチュエータ 8 0 5 とを有している。

【 0 0 6 7 】

アクチュエータ 8 0 3, 8 0 4, 8 0 5 は、例えば積層型圧電体であり、これらは、長いストロークすなわち走査範囲を得るために、互いに直列に 9 0 度方向を変えて連結されている。

【 0 0 6 8 】

この走査機構では、Z 方向走査用の積層型圧電体 8 0 5 の伸縮動作は、第 1 の比較例と同様に、Y 方向走査用の積層型圧電体 8 0 4 や X 方向走査用の積層型圧電体 8 0 3 にモーメントを発生させる。これは振動を発生させ、発生した振動はアクチュエータ台座 8 0 2 や走査機構保持台 8 0 1 に伝わり、走査機構を揺らす。

【 0 0 6 9 】

上述した実施形態の走査機構はいずれも、この比較例の走査機構に比べて、振動ノイズが低減されている。

【 0 0 7 0 】

(第 3 の比較例)

第3の比較例について図9を参照して説明する。本比較例の走査機構は、図9に示されるように、走査機構保持台901と、これに固定されたL形状のアクチュエータ台座902と、X方向走査用のアクチュエータ903と、Y方向走査用のアクチュエータ904と、Z方向走査用のアクチュエータ905とを有している。アクチュエータ903、904、905は、例えば積層型圧電体であり、それぞれ、X方向、Y方向、Z方向に伸縮し得る。

【0071】

X方向走査用のアクチュエータ903とY方向走査用のアクチュエータ904の一方の端部はアクチュエータ台座902に固定され、Z方向走査用のアクチュエータ905の一方の端部は走査機構保持台901に固定されている。三本の積層型圧電体903、904、905の他方の端部は互いに連結されている。つまり、本比較例の走査機構は、走査型トンネリング顕微鏡の走査機構として最も一般的な構造の一つである、いわゆるトライポッド型の走査機構である。

【0072】

この走査機構では、Z方向走査用の積層型圧電体905の伸縮動作は、その反作用が走査機構保持台901に直接伝わって走査機構を揺らしたり、XY方向走査用の積層型圧電体903、904を歪ませ、その振動がアクチュエータ台座902に伝わって走査機構を揺らしたりする。

【0073】

上述した実施形態の走査機構はいずれも、この比較例の走査機構に比べて、振動ノイズが低減されている。

【0074】

これまで、いくつかの実施の形態について図面を参照しながら具体的に説明したが、本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で行なわれるすべての実施を含む。

【0075】

従って、本明細書には以下の各項に記す発明が含まれている。

【0076】

1. 走査のために移動対象物を移動させるためのアクチュエータと、これを保持

する保持部とを含んでおり、アクチュエータはその中央付近が保持部によって保持されていることを特徴とする走査機構。

【 0 0 7 7 】

2. 走査のために移動対象物を移動させるためのアクチュエータと、これを保持する保持部とを含んでおり、アクチュエータはその重心付近が保持部によって保持されていることを特徴とする走査機構。

【 0 0 7 8 】

3. 走査のために移動対象物を移動させるための駆動体を更に含んでおり、この駆動体は、アクチュエータによる移動方向とは異なる方向に移動対象物を移動させ、アクチュエータによる移動方向に関する走査は、他の移動方向に関する走査よりも高い走査周波数を有している、第1項または第2項に記載の走査機構。

【 0 0 7 9 】

4. アクチュエータが圧電体である、第1項ないし第3項のいずれかひとつに記載の走査機構。

【 0 0 8 0 】

5. 圧電体が積層型の圧電体である、第4項に記載の走査機構。

【 0 0 8 1 】

6. 圧電体が円筒型の圧電体である、第4項に記載の走査機構。

【 0 0 8 2 】

7. 駆動体は、別の二本のアクチュエータを含んでいる、第3項に記載の走査機構。

【 0 0 8 3 】

8. 駆動体は、平行ばねステージ構造のXYステージを含んでいる、第3項に記載の走査機構。

【 0 0 8 4 】

9. 上記各項のいずれかひとつに記載の走査機構を含んでいる機械走査型顕微鏡。

【 0 0 8 5 】

10. 上記各項のいずれかひとつに記載の走査機構を含んでいる走査型プローブ。

顕微鏡。

【0086】

また、上述した実施の形態では、圧電体のアクチュエータを例にあげて説明したが、駆動部の運動系の重心付近を保持することにより振動の発想を抑えるという技術思想は他のアクチュエータにも適用できる。例えば、ボイスコイル方式のアクチュエータに対しても適用可能であり、その運動系の重心付近を保持することにより同様の利点を得ることができる。

【0087】

さらに本発明の走査機構は、振動を抑えて高速動作を可能にする利点のほかに、走査ノイズ音を低減する利点も有しており、これにより不快な駆動音を低減することができる。

【0088】

【発明の効果】

本発明によれば、機械的な走査機構において、走査動作に伴う振動の発生を抑え、振動ノイズの少ない安定した走査機構を提供することができる。本発明によれば、走査方向が複数ある機械的な走査機構において、最も走査の周波数が高い可動方向の動作を担う駆動部からの振動を抑え、振動ノイズの少ない安定した走査機構を提供することができる。

【0089】

本発明によれば、走査機構の振動を抑えて、振動ノイズが少なく高速走査ができる機械走査型顕微鏡提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態の走査機構を備える走査型プローブ顕微鏡を示している。

【図2】

図1に示される走査機構を説明するための図面であり、(a)はこの走査機構の斜視図であり、理解を容易にするために上下逆に描かれている。(b)はこの走査機構のZ方向から見た側面図、(c)はこの走査機構のY方向から見た側面図、(

d)はこの走査機構のX方向から見た側面図である。

【図 3】

(a)は、図 2 に示される走査機構の動作を説明するための模式図である。(b)は、本発明の第 2 の実施の形態の走査機構の動作を説明するための模式図である。

【図 4】

本発明の第 3 の実施の形態の走査機構の動作を説明するための図面であり、(a)はこの走査機構の斜視図であり、理解を容易にするために上下逆に描かれている。(b)はこの走査機構のX方向から見た側面図である。

【図 5】

本発明の第 4 の実施の形態の走査機構の動作を説明するための図面であり、(a)はこの走査機構の斜視図であり、理解を容易にするために上下逆に描かれている。(b)はこの走査機構の部分断面側面図である。

【図 6】

本発明の第 5 の実施の形態の走査機構の動作を説明するための図面であり、(a)はこの走査機構の平面図であり、(b)はこの走査機構のLx線に沿った断面図である。

【図 7】

本発明の走査機構の理解を助けるために、従来例に従う比較例 1 の走査機構を説明するための図面であり、(a)はこの走査機構の斜視図であり、(b)はこの走査機構の部分断面側面図である。

【図 8】

本発明の走査機構の理解を助けるために、従来例に従う比較例 2 の走査機構を説明するための図面であり、(a)はこの走査機構の斜視図であり、(b)はこの走査機構の部分断面側面図である。

【図 9】

本発明の走査機構の理解を助けるために、従来例に従う比較例 3 の走査機構を説明するための図面であり、(a)はこの走査機構の斜視図であり、(b)はこの走査機構の部分断面側面図である。

【符号の説明】

2 0 0 走査機構

2 0 1 走査機構保持台

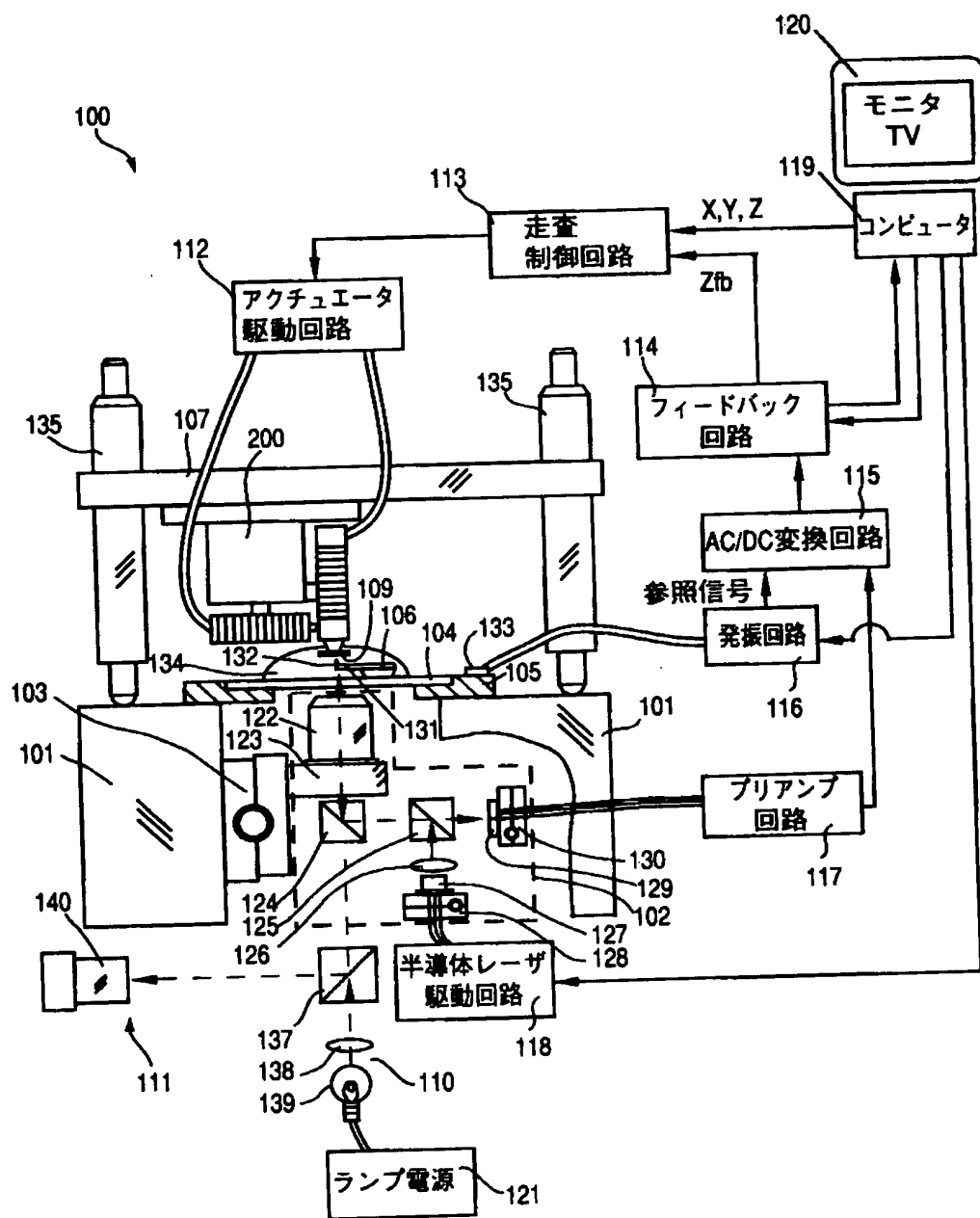
2 0 2, 2 0 3 アクチュエータ台座

2 0 4, 2 0 5, 2 0 6 アクチュエータ

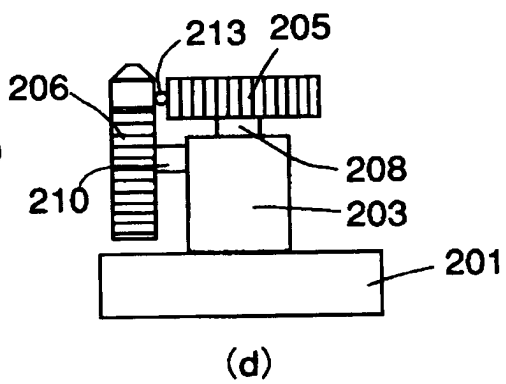
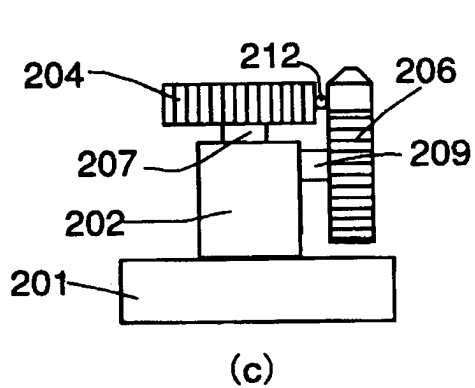
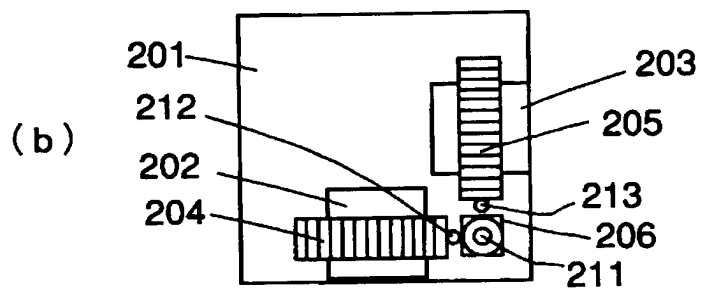
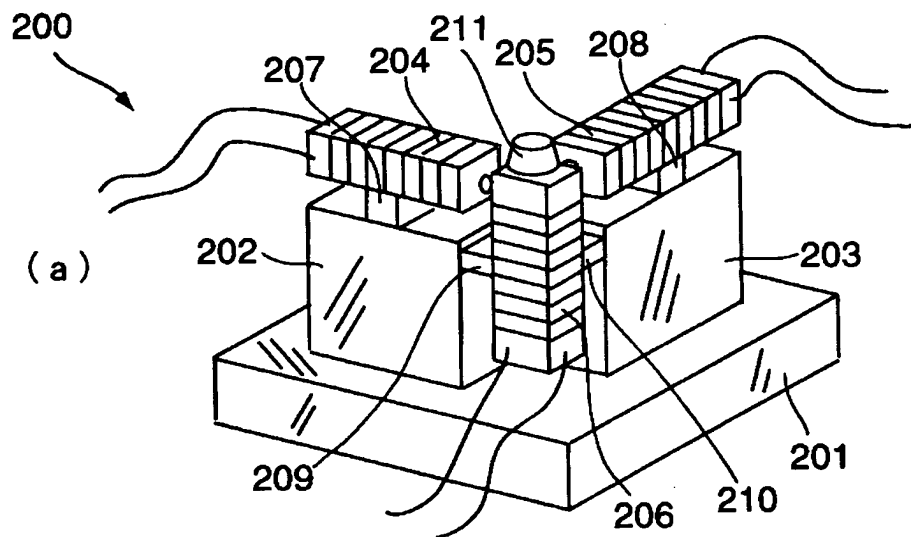
2 0 7, 2 0 8, 2 0 9, 2 1 0 アクチュエータ保持部

【書類名】 図面

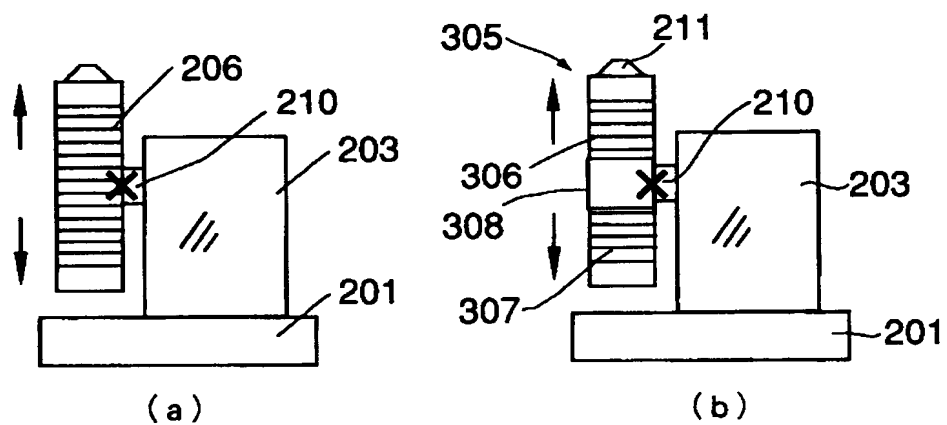
【図1】



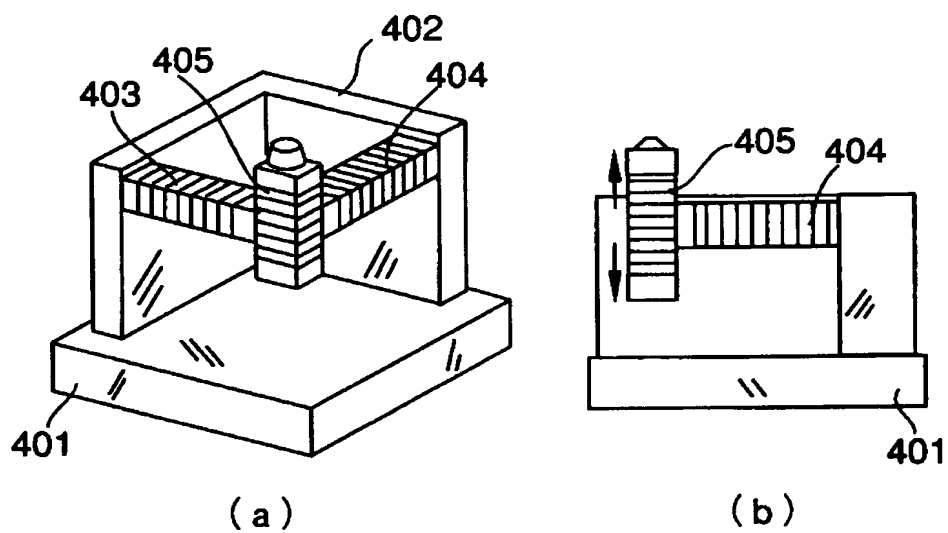
【図 2】



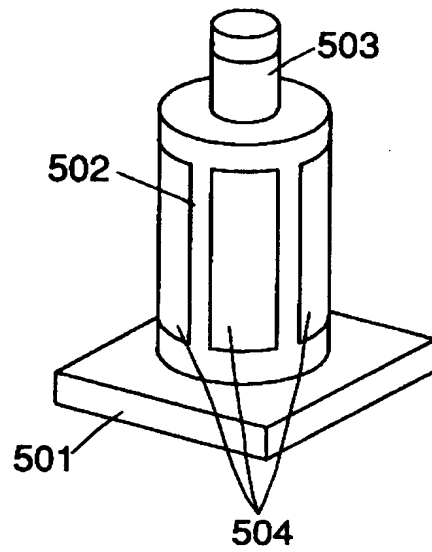
【図 3】



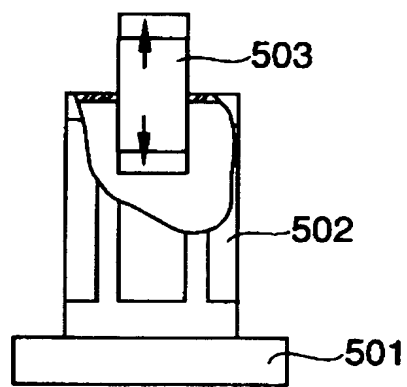
【図 4】



【図 5】

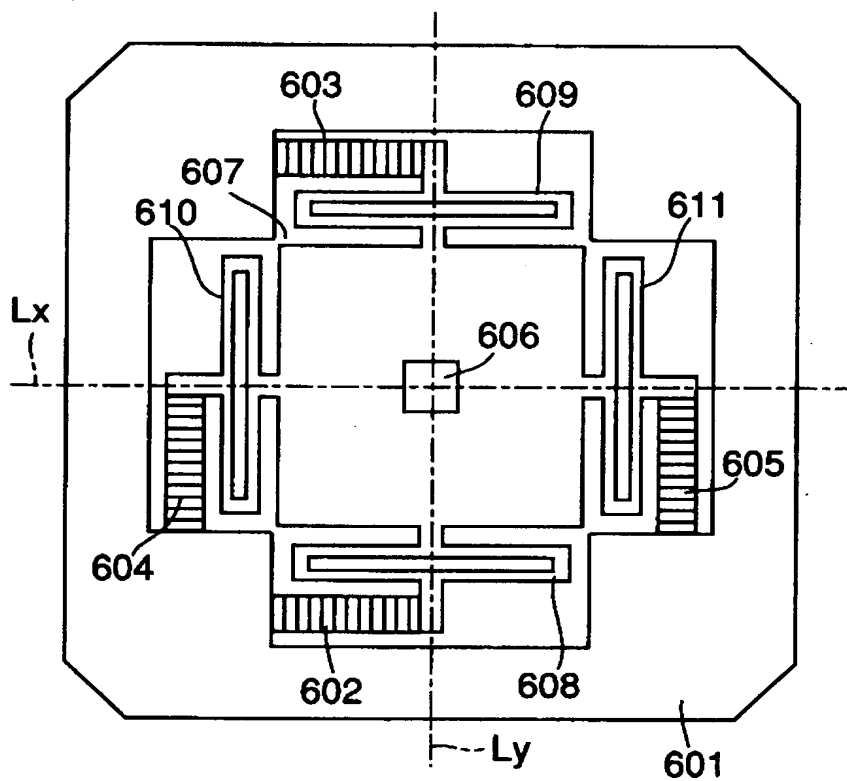


(a)

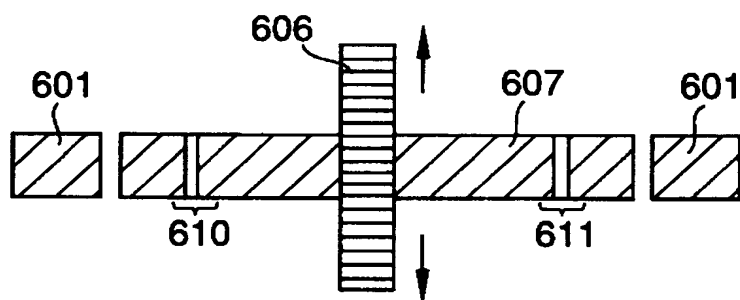


(b)

【図 6】

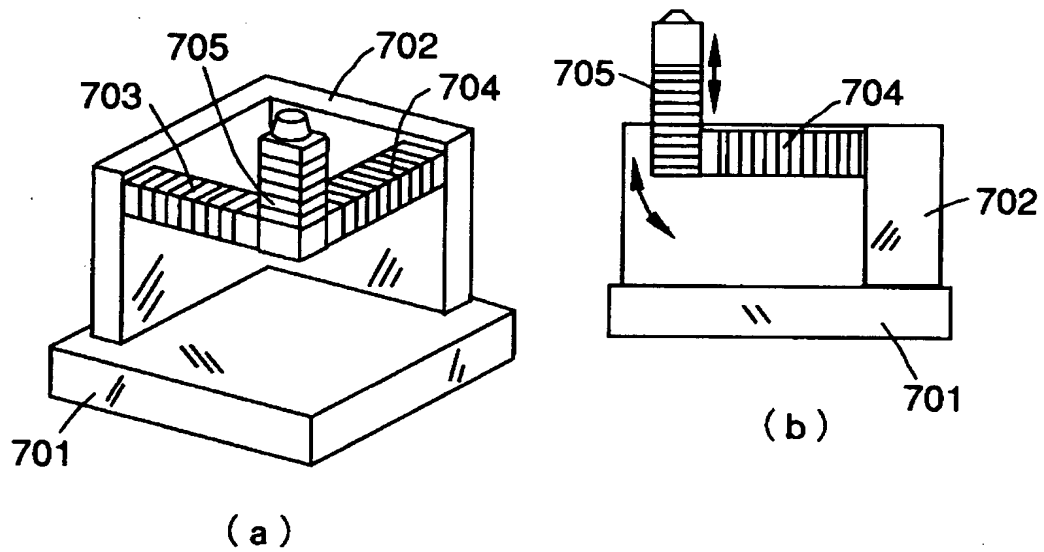


(a)

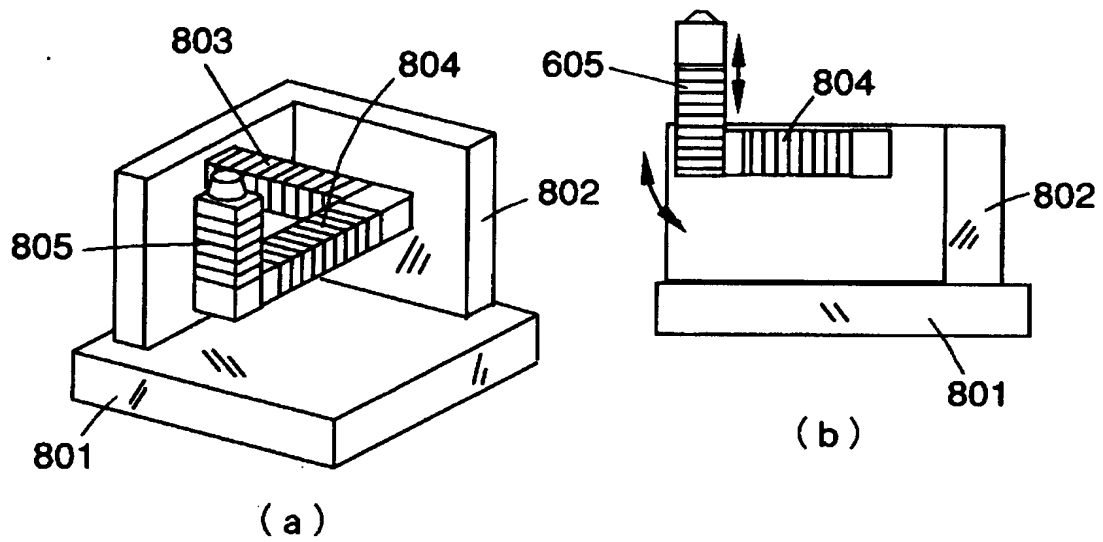


(b)

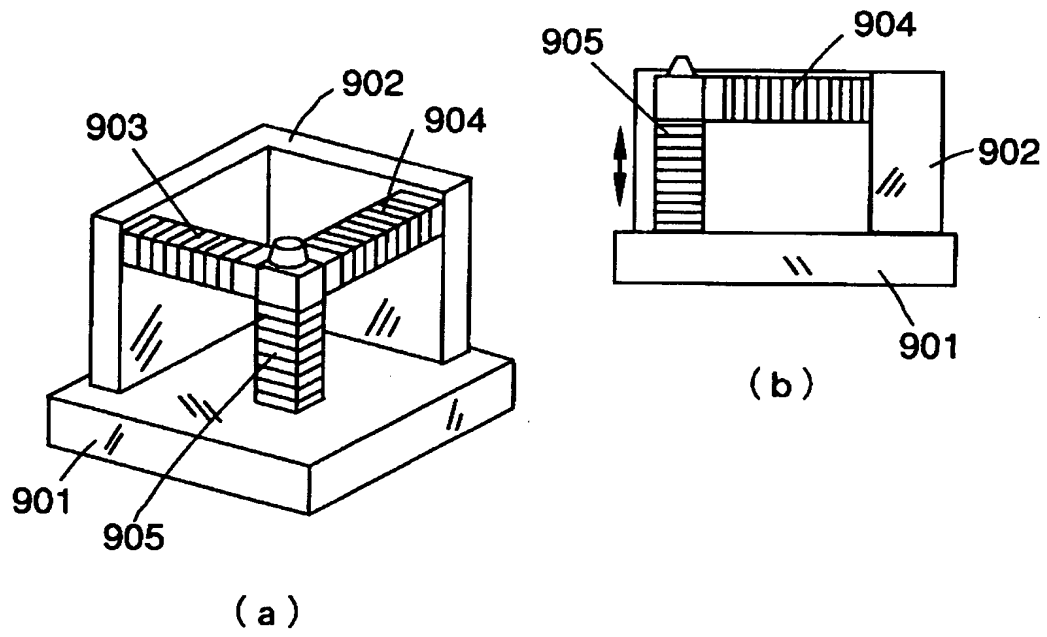
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 振動の発生が少なく高速走査を安定に行える走査機構を提供する。

【解決手段】 走査機構 2 0 0 は、走査機構保持台 2 0 1 と、これに固定されたアクチュエータ台座 2 0 2, 2 0 3 と、これらに取り付けられたアクチュエータ 2 0 4, 2 0 5, 2 0 6 とを有している。アクチュエータ 2 0 4 は、アクチュエータ保持部 2 0 7 を介してアクチュエータ台座 2 0 2 に実質的に保持されている。同様に、アクチュエータ 2 0 5 は、アクチュエータ保持部 2 0 8 を介してアクチュエータ台座 2 0 3 に実質的に保持されている。アクチュエータ 2 0 6 は、アクチュエータ保持部 2 0 9 と 2 1 0 を介してアクチュエータ台座 2 0 2 と 2 0 3 に実質的に保持されている。アクチュエータ保持部 2 0 7, 2 0 8 は、それぞれ、アクチュエータ 2 0 4, 2 0 5 の中央付近を保持している。アクチュエータ保持部 2 0 9 と 2 1 0 は、アクチュエータ 2 0 6 の中央付近を保持している。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000376]

1. 変更年月日 1990年 8月20日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
氏 名 オリンパス光学工業株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [500117794]

1. 変更年月日 2000年 3月14日

[変更理由] 新規登録

住 所 石川県金沢市角間町(番地なし) 金沢大学内

氏 名 安藤 敏夫